

理科の本質に迫る授業実践

西田 成一 井上 健 富永 誠太郎

1 理科が目指す「夢中になって問い続ける生徒」とは

本校理科では、「夢中になって問い続ける生徒」の姿として、次の3つの姿を考えています。

- I：実験・観察を通して得られた原理原則から、新たな課題を見だしたり、次に繋がる実験・観察を発案したりする姿。
- II：納得がいくまで実験・観察に繰り返し取り組もうとする姿。
- III：実験・観察の結果と考察を発表する場面で、科学的根拠に基づいて盛んに議論する姿。

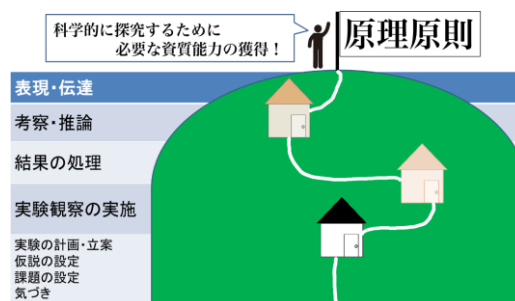
2 「夢中になって問い続ける生徒」を育成するために

(1) どのように育成していくのか

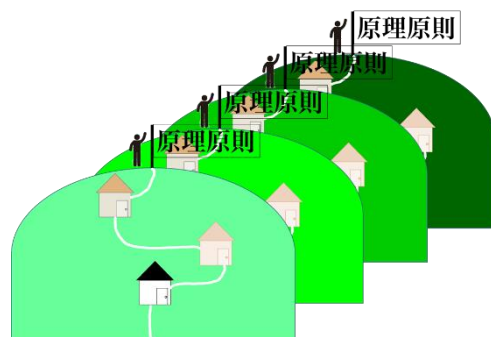
総論にあるように、夢中になって問い続ける姿を実現するためには、教科の本質に迫っていく必要があります。学習指導要領にある理科の目標は、「自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。」です。これを踏まえて本校理科では、「理科の見方・考え方を働かせながら、科学的根拠に基づいて説明すること。」を理科の本質の一部と考えました。科学的とは、実証性・再現性・客観性という3つの条件を満たしていることとしました。つまり、理科の見方・考え方を働かせながら、科学的な条件を満たした探究の過程の中で、根拠に基づいた説明を行わせるような授業を積み重ねていきつつ、夢中になって問い続ける生徒を育成し、そして、理科で目指す資質・能力の育成を目指しています。

私たちは科学的な探究の過程を一つの山に例えました。(資料1)生徒は、山の麓をスタートとし、実証性・再現性・客観性の3つの条件の山小屋を通過して、山の頂上にある原理原則へと辿りつきます。山を登る過程で、科学的に探究する思考力、判断力、表現力等が育成されます。この場合、理科の見方・考え方は、地図やコンパスのようなものです。教師は、その登り方が、科学的であるかを含めて、山をどのように登っていくかを生徒一人ひとりに考えさせることが重要です。

しかし、一つの山を登るだけでは、私たちの目指す生徒の3つの姿の育成には不十分です。科学的な探究の過程を大切に、生徒の興味関心を高め、次の山(新たな問い)へと方向付ける必要があると考えます。つまり、根拠に基づいた説明を積み重ねて、科学的な探究の過程を何度も繰り返すことで、生徒が主体的に問いを深めていくことへとつながり、本校理科が目指す「夢中になって問い続ける生徒」の育成につながると考えます。(資料2)



資料1：科学的な探究の過程



資料2：科学的な探究の過程の積み重ね

(2) 夢中になって問い続ける生徒の育成を目指した授業実践

本校理科では、夢中になって問い続ける生徒を育成するために、単元で育成を目指す資質・能力を焦点化し、科学的根拠に基づいて説明することを大切にした授業実践を次の①、②で紹介します。

① 実践1：「ロープウェイのロープをたるませているのはなぜだろうか。」(3年生)

目指す「夢中になって問い続ける姿」…主に I

資質・能力…日常生活との関連に気づく力、課題を見いだす力、実験を立案する力

3年生の「力のはたらき」では、単元の導入部分で、次のような工夫を行いました。

ア 問いの繋がりを意識した授業展開

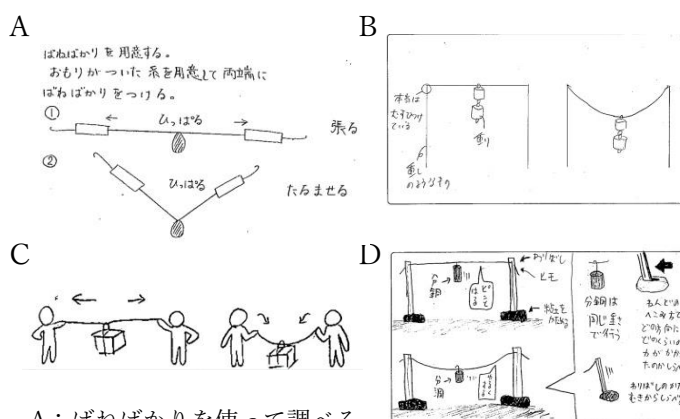
この単元では、身近な現象に潜む「不思議」から問いを生み、それを解決し、さらなる問いへと繋げ、生徒の学びが深まっていく単元の展開となるよう工夫しました。

まずは、映像からロープウェイのロープがたるんでいることに気付いた生徒たちに、「ロープをたるませているのは、なぜだろうか。」と問いを投げかけ、この問いを「章をつらぬく課題」と設定しました。生徒からは、「ピンと張ると切れてしまいそう。」「たるませないとロープに加わる力が大きくなる。」という、力を関係的な見方でとらえた意見が出てきました。そこで、教師が「ピンと張ったときと、たるませたときとでは、力の加わり方は違うのだろうか?」「もしそうなら、どうしたら確かめることができますか?」と、投げかけることで実験方法の立案へと繋げました。実験を通して獲得した「ロープをたるませるとロープに加わる力は小さくなる」という学びを、さらに量的な見方でとらえさせるために、教師が「2つの力の角度が変わると、力はどのくらい変化するのだろうか。」「2つの力の角度と大きさには、どんなきまりがあるのだろうか。」と投げかけ、2つの力の合成や分解の学習へと進めていきました。このように、教師が身近な現象から、問いを投げかけ、学びの必然性を生みだし、理科で獲得すべき原理・原則へとコーディネートすることで、生徒は自然と見方・考え方を働かせ、学びを深めていきました。また、このような展開を意識的に行うことで、生徒の身近な現象から、理科の「不思議」に気づき、課題を見出す力を鍛えることにもつながると考えます。

イ 検証計画の立案と実施

教師の投げかけにより、生徒に生まれた問いを「自分ごとの問い」としてとらえ、より主体的に取り組ませたいと考えました。そこで「ピンと張ったときと、たるませたときとでは、力の加わり方は違うのだろうか?」という問いを解決する実験方法を、各々に考えさせ、交流させました。それにより、「どうすればより分かりやすく実証できるか?どんな道具を使えばいいか?」という問いが自然と生まれ、主体的に解決しようとする姿が見られました。

その後、教師の方で実施可能で、方法が異なる実験を大きく4つに大別し(資料3)、各班でこの実験を行うか選択させて行わせることで、生徒の主体性を損なわないよう工夫しました。



- A: ばねばかりを使って調べる。
- B: 張り方のちがいで糸が切れるか調べる。
- C: 体感して調べる。
- D: 支柱の傾き方で力の加わり方を調べる。

資料3：生徒が立案した4つの実験方法

この実践では、どの実験も「たるませると力は小さくなる。」ことを示していたことから、再現性を得ることができ、「ロープウェイのロープをたるませているのは、ロープにかかる力を小さくし、ロープを長持ちさせるためと考えられる。」という、全員が納得のいく考えにもつながりました。

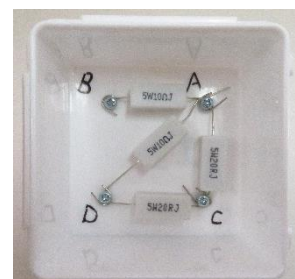


資料4：実験Dの様子

② 実践2：「箱の中の回路を考えよう。」(2年生)

目指す「夢中になって問い続ける姿」…ⅡとⅢ
資質・能力…実験技能の定着，結果を分析・解釈する力，
結果から推論・表現する力

2年生の「電流とその利用」では、単元の終末において、4つの端子の間に4個の抵抗がつながれている箱をブラックボックスとし(資料5)，箱の中の回路の組み方を推定するという授業を行いました。



資料5：ブラックボックスの中身

ア 習得した知識を活用する教具の作成

箱の内部の抵抗は 10Ω が2個， 20Ω が2個の計4個を使用し，抵抗の直列つなぎや並列つなぎが内部で形成されるように作成しました(資料5)。回路を推定するには測定器具の正しい使い方といった実験技能はもとより，抵抗の直列つなぎ・並列つなぎの場合の合成抵抗についての知識を活用しなければなりません。このように単発の実験結果から規則性や関係性を見いだすのではなく，習得した知識を活用することが必要です。つまり，習得した知識が問いの結論を導く根拠の一部となるようにし，問いのつながりの中で学習が展開されるようにしました。

また，箱の中の回路は，すべての班に同じ回路の箱を用意し，実験をしました。そうすることで，結論の発表の場では，各班が導き出した結論について，分析や関係性についての解釈，途中の計算に不備がないかという点を指摘しやすくし，議論が展開しやすいようになりました。

イ 単元を通して実験技能の習得を目指す工夫

理科では，実験結果から得られた数値をもとに考察し，結論を導きだします。より正確な結論を導き出すには，実験技能の習熟が重要です。

そこで，単元を通して，考察や結論をまとめる際に，その科学的根拠に不安や問題を生徒が感じた場合は，納得がいくまで繰り返し実験を行うことを常態化させました。そうすることで，生徒は限られた実験の中で，何度でも器具の操作ができるようになり，その結果，技能の習熟を図ると同時に，測定誤差がどの程度あるのか，また繰り返し実験を行って同じ結果が得られること(再現性)の重要性にも気づくようになりました。単元終末のブラックボックスの授業の時点では，測定回数について特別な指示を出さなくても，生徒が主体的に何度でも繰り返して測定を行う姿が見られました。



資料6：実験操作の様子

<主な参考文献>

文部科学省：中学校学習指導要領解説理科編，2018
文部科学省：小学校学習指導要領解説理科編，2018
熊本大学教育学部附属中学校：平成30年度研究紀要，2018
日本教科教育学会編：今なぜ，教科教育なのか，2015

角屋重樹：改訂版 なぜ，理科を教えるのか ～理科教育がわかる教科書～，2019，文溪堂